

543,136

(12)特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局(43) 国際公開日  
2004 年 8 月 5 日 (05.08.2004)

PCT

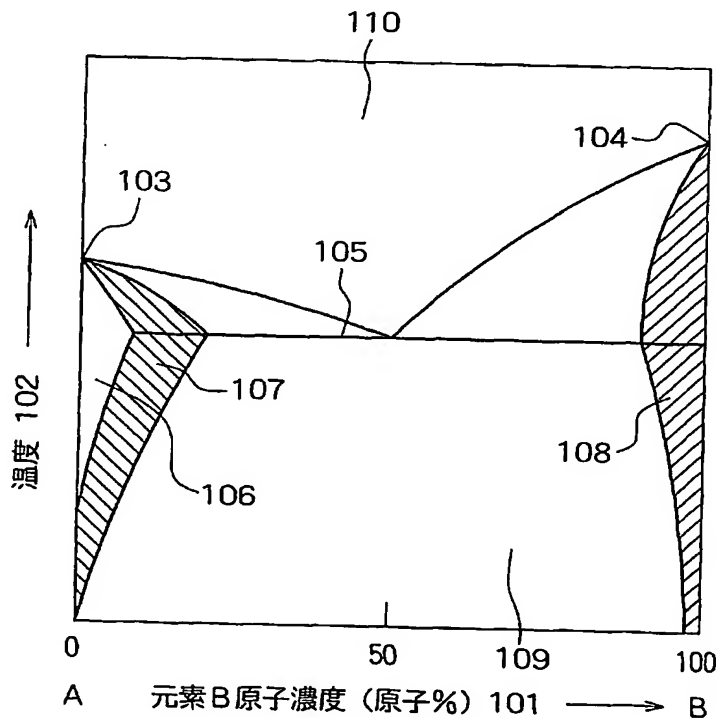
(10) 国際公開番号  
WO 2004/066386 A1

- (51) 国際特許分類<sup>7</sup>: H01L 27/10
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2004/000569
- (22) 国際出願日: 2004 年 1 月 23 日 (23.01.2004)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:  
特願2003-015014 2003 年 1 月 23 日 (23.01.2003) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 日本電気株式会社 (NEC CORPORATION) [JP/JP]; 〒1088001 東京都港区芝五丁目 7 番 1 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 谷川 明男 (TANIKAWA, Akio) [JP/JP]; 〒1088001 東京都港区芝五丁目 7 番 1 号日本電気株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 藤巻 正憲 (FUJIMAKI, Masanori); 〒1000011 東京都千代田区内幸町二丁目 2 番 2 号 富国生命ビル 5 階 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA,

[続葉有]

(54) Title: ELECTRON DEVICE, INTEGRATED ELECTRON DEVICE USING SAME, AND OPERATING METHOD USING SAME

(54) 発明の名称: 電子素子、それを使用した集積電子素子及びそれを使用した動作方法



102...TEMPERATURE

101...ELEMENT B ATOM CONCENTRATION (ATOM%)

(57) Abstract: An electron device comprises an alloy memory core made of an electron conductor and electrodes provided to both ends of the electron conductor. By applying a current, the alloy composition is made uneven to write data. The memory core is made of an alloy that is in a crystallographically stable state before data write or during data storage and can be brought into a non-equilibrium state because of transition from one solid phase to another when the temperature rises. Extremely high speed electron migration occurs in a metastable state such as a supersaturated state or an amorphous state caused by the microsize effect or surface interface effect or by alloy thin film formation such as co-evaporation or in a non-equilibrium state accompanied by phase transition. By applying such electron migration, the electron device is operated at ultrahigh speed to ensure stable write or stable rewrite.

(57) 要約: 電子素子は、少なくとも電子伝導体である合金製の記憶コアとその両端に電極を有する。そして、電流を印加することで合金組成の偏りを起こして記録の書き込みを行う。前記記憶コアは、書き込み前又は記録保存時には結晶学的安定状態にあり、温度上昇時に固相間の相転移をとともう非平衡状態に成り得る合金で構成されている。この場合に、微小サイズ効果又は表面界面の効果、同時蒸着などの合金薄膜形成、過飽和状態、及びアモルファス状態などを含む準安定状態と、非平衡状態である相転移における極めて高速で

あるエレクトロマイグレーションを応用して電子素子を超高速動作させ、安定した書き込み又は書き換え動作を確保する。

WO 2004/066386 A1



NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE,  
SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US,  
UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG,  
CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU,

添付公開書類:

— 国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

## 明 細 書

電子素子、それを使用した集積電子素子及びそれを使用した動作方法

## 5 技術分野

本発明は、電子素子及びこれを使用した記録方法に関し、特に電流を流すことによりエレクトロマイグレーションを生じさせ、このエレクトロマイグレーションにより少なくともその一部の元素組成比、又は、形状が変化する物質を記憶コアとして用いる電子素子及びこの電子素子を使用した

10 記録方法に関するものである。

## 背景技術

従来、画像記録媒体とそれを使用した記録再生装置として、主として、ビデオテープ、デジタルバーサタイルディスク、及びハードディスクなどがある。また、音楽記録媒体とそれを使用した記録再生装置として、主として、磁気テープ、書き込み可能なコンパクトディスク、及びフラッシュメモリー(フローティングゲートトランジスタ)などが使用されてきた。コンピュータなどのデータの記憶には、フロッピーディスク、ハードディスク、デジタルバーサタイルディスク、書き込み可能なコンパクトディスク、フラッシュメモリー、及び強誘電体メモリなどが使用されてきた。

20 電源を切断しても記録内容が保持される書き込みが可能なタイプの記憶装置は、その方式により分類すると、記録媒体を走査又は回転するタイプである磁気記録装置、光磁気記録装置、及び相変化記録装置と、マトリックス化されて機械的走査及び回転を必要としない半導体メモリ及び強誘電体メモリとに分類できる。

25 実用化に至っていないが、以下のものも公知である。特開平6-28841号公報には、イオン伝導物質(電解質)における原子及び分子の電気

泳動又は電気化学反応を利用した記憶装置が記載され、米国特許第 3, 271, 591 号公報には、カルコゲナイドの温度による相変化特性を応用した相変化メモリが開示されている。また、米国特許第 5, 363, 329 号公報によれば、イオンの移動原理をエレクトロマイグレーションと誤認又は誤記されたイオン伝導性物質であるカルコゲナイド中の金属イオン析出現象を応用した素子も考案されている。

本発明が基礎とするエレクトロマイグレーションを応用していると認められる電子素子は、特開平 08-293585 号公報に開示された電子素子と特開 2001-267513 号公報に開示された電子素子とがあり、前者は実用性が乏しいが、後者は実用に耐え得るものであると考えられる。

しかしながら、上記記録媒体の走査又は回転を要するタイプの記録再生装置には、機械的可動部分が必要で、小型軽量化が限界に達している。また、機械的衝撃にも弱く、媒体の記録位置まで移動する時間が書込みと読み出しの速度を大きく損なっている。

フラッシュメモリなどの半導体記憶装置は、製造工程が複雑でコストが高いため、磁気記録装置と同程度の大記憶容量はあまり実用に供されていない。また、強誘電体メモリも、構造が若干複雑であるために、磁気記録装置と同程度の大記憶容量は実現される見込みが薄いと考えられる。

電解質の電気化学反応を利用した記憶装置は、イオン伝導物質に高周波又は短時間パルスに対する応答遅延（電気容量と分子分極による電荷蓄積時間による）が必ず付随するため、読み書きが遅い。更に、化学的に活性なイオン伝導物質に接する材料は選択幅が狭く、特に長期的な信頼性を確保するためには、貴金属又は高融点金属などを電極材料に採用しなければならないが、それでも素子の長期耐久性に難がある。

前述の特開平 08-293585 号公報によれば、電子伝導体である合金に電流を印加して合金組成に偏りを起こす所謂エレクトロマイグレーション

- オンによる不揮発性記憶装置が開示されている。しかしながら、前記公報に開示されている材料、素子、記録方法を十分に活用しても実用化には遠く及ばない。なぜなら、前記公報に開示されているアルミニウム合金とタングステン電極（プラグ）の構造はLSI一般に見られる配線構造であり、
- 5 従来から精密な信頼性試験があらゆる温度で繰り返されてきた。この技術分野では、LSI配線のエレクトロマイグレーションによる高抵抗化は均一ではなく、極めて不均一に起こることは周知の事実である。つまり、多数の素子を一齐に再現性良く変化させることは、前記公報に開示されている技術では不可能であると考えられる。
- 10 そもそも、エレクトロマイグレーションによる変化の速度はその物質の拡散係数と電流密度にほぼ比例する。H. Mehrer 著、Landolt-Bornstein New Series III/26 (SPRINGER-VERLAG, 1990 刊) によれば、アルミニウムの自己拡散係数は200℃で約  $2 \times 10^{-23} \text{m}^2/\text{s}$  であり、アルミニウム中の異種原子の拡散係数もこれの10倍を超えることは
- 15 ない。また、S. Vaidya 他著、Appl. Phys. Lett. 36, 464 (1980) に記載の実験値（温度80℃、電流密度  $1 \times 10^9 \text{A}/\text{m}^2$  におけるボイド発生時間は約  $1 \times 10^9 \text{s}$ ）から見積れば、200℃では80℃の拡散係数の約10倍であり、特開平08-293585号公報記載の書込み時の電流密度  $1 \times 10^{10} \text{A}/\text{m}^2$  では、ボイド発生時間は約  $1 \times 10^7 \text{s}$  となる。
- 20 Siの析出がほんの僅か（層厚1nm=ボイドの顕在化1000nmの1/1000）でもよいと仮定し、Siの拡散係数が10倍であると仮定すると、書込み速度は約  $1000 \text{s}/\text{bit}$  と見積られる。特開平08-293585号公報に開示された構造及び方法だけでは、書込みに1ビット当たり15分も要し、実用にならないことは明らかである。
- 25 エレクトロマイグレーションを応用した素子に関する実用可能な技術は、特開2001-267513号公報において開示されている。そこでは、

上記の課題を克服するために、LSIでは使われることない合金を用い、原子の偏りを検出する電極を設け、素子に流す電流によって生じるジュール熱を利用して素子そのものの温度を上昇させたり、熔融させて、高速にエレクトロマイグレーションを起こすことも記載されている。

- 5       しかし、単に温度上昇させるだけでは、変化を起こさせる速度に限界がある。熔融は速度を飛躍的に増加させるが、接触する材料との反応の制御が難しく、電極材料の選択幅を極端に狭めるという難点がある。従って、熔融させない素子においても、十分に高速に偏析を生じさせ、又は書換えを容易とする材料の開発が、強く要望されているが、特開2001-26  
10   7513号公報には、そのような材料について提案はされていない。

#### 発明の開示

- 本発明の目的は、磁気記録装置以上の大記憶容量と高速読み書き速度とを有し、製造コストが安く、半導体メモリと同程度にコンパクトであるエ  
15   レクトロマイグレーションを応用した電子素子を提供することを目的とする。

本発明の他の目的は、大記憶容量及び高速読み書き速度を可能とする材料を開発することにある。

- 本発明の更に他の目的は、上記特性を有する電子素子を使用した集積電  
20   子素子及びそれを使用した動作方法を提供することにある。

- なお、特開2001-267513号公報にIn-Au合金とSn-Ni合金又はSn(75at.%) - Ni(25at.%)合金の記載がある。これらの合金の例は、組成が限定されていないか、組成が開示されていても、以下に示すような本発明の固相における非平衡状態及び準安定状  
25   態を利用できない組成である。特開2001-267513号公報に開示された発明においては、固相における非平衡状態又は準安定状態を利用す

る概念そのものが存在しない。

そこで、本願第1発明に係る電子素子は、少なくとも電子伝導体である合金製の記憶コアとその両端に電極を有する電子素子であって、  
書込み前又は記録保存時には過飽和固溶体であり、温度上昇時に相分離が  
5 起き得る合金でこの記憶コアを構成することを特徴とする。

本願第2発明に係る電子素子は、書込み前又は記録保存時には相分離混合物であり、温度上昇時に固溶体化が起き得る合金でこの記憶コアを構成することを特徴とする。

本願第3発明に係る電子素子は、書込み前又は記録保存時には化合物で  
10 あり、温度上昇時に相分離が起き得る成分を含む合金でこの記憶コアを構成することを特徴とする。

本願第4発明に係る電子素子は、書込み前又は記録保存時には相分離混合物であり、温度上昇時に化合物生成が起き得る合金でこの記憶コアを構成することを特徴とする。

15 本願第5発明に係る電子素子は、書込み前又は記録保存時にはアモルファス物質であり、温度上昇時に結晶化が起き得る合金でこの記憶コアを構成することを特徴とする。

本願第6発明に係る電子素子は、書込み前又は記録保存時には化合物であり、温度上昇時に同一組成の別結晶相へ相転移が起き得る成分を含む合  
20 金でこの記憶コアを構成することを特徴とする。

本願第7発明に係る電子素子は、書込み前又は記録保存時には過飽和固溶体又は相分離混合物であり、温度上昇時にスピノーダル分解又は逆過程である固溶体化が起き得る合金でこの記憶コアを構成することを特徴とする。

25 本願第8発明に係る電子素子は、書込み前又は記録保存時には化合物又は相分離混合物であり、温度上昇時にマルテンサイト変態が起き得る合金

でこの記憶コアを構成することを特徴とする。

本願第 9 発明に係る電子素子は、書込み前又は記録保存時には結晶学的安定状態にあり、温度上昇時に固相間の相転移をともなう非平衡状態に成り得る合金でこの記憶コアを構成することを特徴とする。

- 5 本願第 10 発明に係る電子素子は、書込み前又は記録保存時には結晶学的準安定状態にあり、温度上昇時に固相間の相転移をともなう非平衡状態に成り得る合金で該記憶コアを構成することを特徴とする。

上記各電子素子において、記憶コアに接続する電極の少なくとも一方を、接合抵抗を検出する機能を兼ね備えた半導体製とすることができる。

- 10 また、接合抵抗、抵抗、電位又は電気容量を検出するための、記憶コアに直接接続した第 3 の電極、又は記憶コアに近接しつつも絶縁された第 3 の電極を有することができる。

- また、上記の電子素子であって、記憶コアと該記憶コアに直接接続する電極との界面に、少なくとも 0.1 原子層以上の化学ポテンシャル調整層  
15 を有することが好ましい。

上記の電子素子においては、それに電流を印加することで電子素子を構成する合金に組成の偏りを生じさせて電子素子への記録の書き込みが行なわれる。

- 本願第 11 発明は、上述した電子素子を縦横に複数配置し、前記記憶コアの両端の一方に接続する電極をワード線とし、前記記憶コアの残りの電極のうち前記記憶コアに直接設けられる電極を少なくともビット線とし、ワード線及びビット線を選択することにより縦横に複数配置した電子素子のうち特定の電子素子にアクセスして電子素子の書き込み、読み出し動作を行うことを特徴とする集積電子素子である。  
20

- 25 本願第 12 発明に係る電子素子の動作方法は、少なくとも電子伝導体である合金製の記憶コアとその両端に電極を有する電子素子の動作方法であ



って、前記記憶コアを書込み前又は記録保存時には過飽和固溶体である合金で構成し、書き込み時に該過飽和固溶体を相分離させるように温度変化させることを特徴とする。

5 本願第 1 3 発明に係る電子素子の動作方法は、前記記憶コアを書込み前又は記録保存時には相分離混合物である合金で構成し、書き込み時に該相分離混合物を固溶体化させるように温度変化させることを特徴とする。

本願第 1 4 発明に係る電子素子の動作方法は、前記記憶コアを書込み前又は記録保存時には化合物である成分を含む合金で構成し、書き込み時に該化合物を相分離させるように温度変化させることを特徴とする。

10 本願第 1 5 発明に係る電子素子の動作方法は、前記記憶コアを書込み前又は記録保存時には相分離混合物である合金で構成し、書き込み時に該相分離混合物を化合物化させるように温度変化させることを特徴とする。

15 本願第 1 6 発明に係る電子素子の動作方法は、前記記憶コアを書込み前又は記録保存時にはアモルファス物質である合金で構成し、書き込み時に前記アモルファス物質を結晶化させるように温度変化させることを特徴とする。

20 本願第 1 7 発明に係る電子素子の動作方法は、前記記憶コアを書込み前又は記録保存時には化合物である成分を含む合金で構成し、書き込み時に該化合物を同一組成の別結晶相へ相転移させるように温度変化させることを特徴とする。

本願第 1 8 発明に係る電子素子の動作方法は、前記記憶コアを書込み前又は記録保存時には過飽和固溶体又は相分離混合物である合金で構成し、書き込み時に該過飽和固溶体又は該相分離混合物をスピノーダル分解又は逆過程である固溶体化させるように温度変化させることを特徴とする。

25 本願第 1 9 発明に係る電子素子の動作方法は、前記記憶コアを書込み前又は記録保存時には化合物又は相分離混合物である合金で構成し、書き込

み時に該化合物又は該相分離混合物をマルテンサイト変態させるように温度変化させることを特徴とする。

本願第 20 発明に係る電子素子の動作方法は、前記記憶コアを書込み前又は記録保存時には結晶学的安定状態である合金で構成し、書き込み時に  
5 該合金を固相間の相転移をともなう非平衡状態にならしめるように温度変化させることを特徴とする。

本願第 21 発明に係る電子素子の動作方法は、前記記憶コアを書込み前又は記録保存時には結晶学的準安定状態である合金で構成し、書き込み時に該合金を固相間の相転移をともなう非平衡状態にならしめるように温度  
10 変化させることを特徴とする。

上述の動作方法においては、前記電子素子において、それに電流を印加することで電子素子を構成する合金に組成の偏りを生じさせて、電子素子への記録の書き込みが行なわれる。

本発明の基本的な特徴は、安定状態又は準安定状態から相転移する際の  
15 非平衡状態における極めて高速であるエレクトロマイグレーションを応用して電子素子を高速動作させ、安定した書き込み又は書き換え動作を確保することである。

公知技術である相変化メモリが状態そのものを記録するのに対し、本発明では材料の状態そのものは保存する必要がなく、保存される記憶材料の  
20 状態が二種以上である必要もない。書き込みの瞬間に相転移が起こりさえすれば、動作後に記憶材料が元の状態（相）に戻ってしまう材料であっても構わない。

ここでいう準安定状態とは、熱力学でいう相転移にともなう極めて長寿命の非平衡状態であり、例えば、過冷却状態（相分離及び化合物生成の遅延を含む）、過飽和状態（固溶体における過剰な固溶を含む）、アモルファス状態などである。こうした現象は、薄膜化及び微細加工による微小サイ  
25

ズ効果又は表面界面の効果、同時蒸着などの合金薄膜形成、及び急冷などによって起こる。なお、急冷によって得られる長寿命の過冷却状態、過飽和状態などは、厳密には非平衡状態と分類されることがあるが、ここでは準安定状態と呼ぶことにする。

- 5      また、ここでいう非平衡状態とは、一般の相転移の瞬間に短時間だけ存在する非平衡状態だけを指すことにする。

上述の非平衡状態の高速エレクトロマイグレーションを利用するには、動作の際に記憶コアの温度を上昇させ、その温度範囲に相転移する物質で記憶コアを形成する必要がある。物質によっては熱力学的安定状態から、  
10    温度上昇によって相転移する物質もあるが、その種類は限られている。より広範囲の合金系に存在する準安定状態から相転移させれば、記憶素子の設計時に材料選択幅が広がり、所望の特性の素子を製作することが容易になる。

- 温度上昇によって生じる主な相転移は、(1) 固溶体又は過飽和固溶体  
15    からの相分離、(2) 相分離混合物からの固溶体化、(3) 化合物からの相分離、(4) 相分離混合物からの化合物生成、(5) アモルファス状態からの結晶化、(6) 同一組成で結晶構造だけ異なる相転移、(7) スピノーダル分解、(8) マルテンサイト変態である。

- 上記の相転移の出発状態（記憶素子における何も書込まれていない状態  
20    又は保存状態）は、急冷及びサイズ効果による準安定状態を利用することができる。

- 準安定状態はその状態を保つために配慮された構造が必要なときがある。例えば、ある種の過飽和固溶体は、電極物質に接するだけで相分離が始まり、電極に偏析が生じる。こうした物質では、表面又は界面の化学ポテン  
25    シヤル差を調整する層を電極と記憶コアとの界面に設ける必要がある。具体的には、電極又は記憶コア表面に水素、ハロゲン、酸素又は窒素などの

- 原子を化学吸着させることで実現できる。この界面の化学ポテンシャル調整層は絶縁膜として機能してはならないが、極めて薄く電子がトンネル伝導で自由に通り抜けられる膜であれば絶縁膜を界面の化学ポテンシャル調整層として使うことができる。原子の吸着量は、界面の全原子結合を1原子層と定義して約0.1原子層以上である必要がある。また、電子がトンネル伝導で自由に通り抜けられる絶縁膜の厚さは、約2 nm以下である必要がある。

#### 図面の簡単な説明

- 第1図は本発明の電子素子を説明するための概念的二元状態図である。
- 第2図は本発明の電子素子を説明するための概念的二元状態図である。
- 第3図は本発明の電子素子の第1の実施の形態を説明するための素子要部の断面図である。
- 第4図は本発明の電子素子の第2の実施の形態を説明するための素子要部の断面図である。
- 第5図は本発明の電子素子の第3の実施の形態を説明するための素子要部の断面図である。
- 第6図は本発明の電子素子の（a）固溶限界付近で動作させる場合と（b）化合物生成温度付近で動作させる場合とを説明するためのグラフである。
- 第7図は本発明の一実施例を示すAu-In二元状態図である。
- 第8図は本発明の一実施例を示すAu-Bi二元状態図である。
- 第9図は本発明の一実施例を示すAu-Pt二元状態図である。
- 第10図は本発明の一実施例を示すFe-C二元状態図である。
- 第11図は本発明の一実施例を示す電子素子（記憶装置）の単位セルの（a）投影平面図、（b）投影左側面図、（c）投影右側面図である。

発明を実施するための最良の形態

次に、本発明の実施の形態について添付の図面を参照して詳細に説明する。

- 5 初めに本発明を規定する主要概念である合金の準安定状態と非平衡状態について説明する。

第1図は本発明の概念を説明するための二元状態図である。表面及び界面の影響が無視できるマクロ系であって、仮想的元素Aと仮想的元素Bとの合金系において、第1図に示すように、A中Bの固溶領域106が元素  
10 B原子濃度101と温度102とで表現される場合を想定する。なお、符号110は液相の領域、105は共晶融点、103は元素Aの融点、104は元素Bの融点を示す。この系に薄膜又は微細加工による微小サイズ効果が加わると、第1図中の拡大した準安定固溶領域107が出現する。室温において準安定固溶領域107にある組成の合金は、温度上昇時に相分離が起き得る過飽和固溶体として利用できる。一方、結晶学的に安定状態  
15 であるA-B相分離混合相109にある組成の合金で、温度上昇時にA中Bの固溶領域106及び準安定固溶領域107に成り得るものは、固溶体化が起き得る合金として利用できる。

また、同上の仮想的元素Aと仮想的元素Bとの合金系のように、B中A  
20 の固溶領域がマクロ系では存在しない場合でも、薄膜又は微細加工による微小サイズ効果が加わると、第1図中の準安定固溶領域108が出現することがある。この準安定固溶領域108にある合金も、上記と同様に利用できる。

固溶体-相分離混合物間の相転移の特殊な例として、スピノーダル分解  
25 も上記と同様に利用できる。

第2図も本発明を説明するための概念的二元状態図である。横軸が元素

Dの原子濃度201、縦軸が温度202である。十分に遅い温度変化に対する平衡状態で仮想的元素Cと仮想的元素Dとの合金系において、第2図に示すように、化合物X205が臨界温度 $T_c$ 213以上で存在する場合を想定する。温度上昇に伴って化合物X205へと相転移する組成の室温における相分離混合物は、化合物生成が起き得る相分離混合物として利用できる。また、温度変化が急速である時に、臨界温度 $T_c$ 213以下に拡大した化合物Xを含む準安定領域210が出現し、室温にまで拡大することがある。この準安定的化合物Xは、相分離が起き得る化合物として利用できる。このような領域の拡大は微小サイズ効果によっても準安定的に生じることがある。

また、同上の仮想的元素Cと仮想的元素Dとの合金系において、第2図に示すように、急速な温度変化によって準安定状態のアモルファス相212になり、温度上昇によって結晶化する組成の合金は、結晶化が起き得るアモルファス物質として利用できる。なお、このアモルファス相212は同時蒸着及び微小サイズ効果などによって準安定的に出現することもある。

更に、同上の仮想的元素Cと仮想的元素Dとの合金系において、第2図に示すように、D中Cの固溶領域208が存在する場合、室温において化合物Y206と単体Dの分離状態で、温度上昇によってD中Cの固溶領域208へと状態変化する組成の合金は、温度上昇時に固溶体化が起き得る相分離混合物として利用できる。

また、室温で化合物Y206が臨界温度 $T_c$ 213で組成は同じで結晶相だけを変化させて化合物Ya214になる場合がある。こうした化合物Y206は、本発明における相転移が起き得る化合物である。同様の相転移の特殊な例として、マルテンサイト変態も利用できる。鉄の焼き入れ焼きなましとして広く知られているマルテンサイト変態においても、相転移の瞬間は添加原子が高速で動き得る状態にある。

なお、第2図において、符号203は元素Cの融点、204は元素Dの融点、207はC中Dの固溶領域を示し、209は拡大した準安定固溶領域を示す。

なお、以上では二元合金を例としたが、必ずしも二元である必要はない。

- 5 また、以上では、温度による状態変化を例にとって説明したが、材料によっては、温度以外に、圧力、電場、磁場、電磁波などの変化を併用することによって相転移を起こすことも可能である。

10 以上の準安定状態と非平衡状態が応用可能な合金材料を用いて、エレクトロマイグレーションによって合金組成に偏りを起して記録の書き込みを行う電子素子を作成することが本発明の特徴である。

第3図の電子素子は、特開2001-267513号公報にも記載されているが、絶縁性基板上に設けられた本発明の合金の記憶コア301とその一端に直接接合されたセンス電極を兼ねた電極A302と電極B303によって構成される不揮発性記憶素子である。電極A302は、高濃度ドー  
15 プされた半導体製である。素子の形成直後、記憶コア301中の拡散種原子は場所による片寄りのない均一な分布（均一分布拡散種304）を示す（第3図（a））。第3図の電子素子の記憶の読み出しは、拡散種の偏析によるショットキー障壁の変化をセンス電極の接合抵抗の変化として検出する（第3図（b）、（c）参照）。

20 なお、半導体電極A302と記憶コア301との界面には、不要な初期偏析を防止するために、水素、ハロゲン、酸素又は窒素などの界面で安定な原子を化学吸着させた化学ポテンシャル調整層309を設けることもできる。

この電子素子の書き込み時には、拡散種（304、306又は308）  
25 の移動が行われなければならないが、少なくともその移動の瞬間には、記憶コア301が非平衡状態である相転移が起きることで移動速度が100

倍以上に増大する。なお、第3図において、符号305は電極A302から電極B303に流れる電流、符号307は電極Bから電極Aに流れる電流、符号306は電極A側に濃縮された拡散種、符号308は電極B側に濃縮された拡散種である。

- 5 第4図と第5図も特開2001-267513号公報に記載されている電子素子の実施の形態である。これらの例では、第3の電極であるセンス電極404又は504を設けて、接合抵抗又は電位ポテンシャル差の変化を検出して記録の読み出しを行う。これらの例においても上述の例と同様に、書込み動作が行われる。第3の電極404は直接接合型センス電極、
- 10 第3の電極504は記憶コアに近接し絶縁されたセンス電極である。

- なお、第4図及び第5図において、401, 501は記憶コア、402, 502は電極A、403, 503は電極B、405, 505は均一分布拡散種、406、506は電極Aから電極Bに流れる電流、408, 508は電極Bから電極Aに流れる電流、407, 507は電極A側に濃縮された拡散種、409, 509は電極B側に濃縮された拡散種である。
- 15

以上の実施の形態は、無機材料及び有機材料を問わず、種々の材料で形成することができる。

- 以上で述べた本発明の材料に関わる性質は、電子素子の動作方法によって出現する。以下に、書込み時に記憶コアに流す電流のジュール熱による
- 20 記憶コアそのものの温度変化を利用する動作方法を説明する。

- 第6図(a)は、本発明の電子素子を固溶限界付近で動作させる場合を説明するための概念的グラフである。書き込み動作の経過時間601を横軸に電流602と温度603を縦軸に描くと、書き込み動作の極初期に素子温度604が全固溶温度606を超えるジュール熱を発生するように素子電流605を印加する。その後、素子温度604が全固溶温度606を
- 25 僅かに下回るジュール熱を発生するように素子電流605を保つ。このよ



うにすることにより、一旦全固溶させることで不純物を均一分布させ、その後、エレクトロマイグレーションによって所望の電極側への不純物の偏析を速やかに起こすことができる。符号607は室温である。

第6図(b)は、本発明の電子素子を化合物生成温度付近で動作させる  
5 場合を説明するためのグラフ図である。書き込み動作の極めて初期に素子温度608が化合物生成の相転移温度610を超えるジュール熱を発生するように素子電流609を極短時間だけ印加し、その後、素子電流609を一旦0にする。その後、素子温度608が相転移温度610を僅かに下  
10 回るジュール熱を発生するように素子電流609を保つ。このようにすることにより、一旦化合物生成させることで不純物を均一分布させ、その後、エレクトロマイグレーションによって所望の電極側への不純物の偏析を速  
やかに起こすことができる。

以上の動作の例は素子電流が記憶コアに起こすジュール熱を利用しているが、素子近傍に別に熱源を設けて温度制御してもよい。また、材料によ  
15 っては、温度以外に、圧力、電場、磁場、電磁波又は光などの環境変化を併用して起こすことができる相転移も同様の効果を有する。

#### (実施形態)

次に、本発明のいくつかの具体的実施例を図面を参照して説明する。

第7図は、本発明の第1の実施形態を示すAu-In二元状態図である。  
20 T.B.Massalski 編、BINARY ALLOY PHASE DIAGRAMS 2nd ed.(ASM、1990)によれば、In中のAuの固溶は検出不能である。しかしながら、膜厚100nm以下の薄膜を同時堆積方法で形成すると、準安定固溶領域701である全固溶領域(最大Au20原子%)が出現する。膜厚によ  
701 である全固溶領域(最大Au20原子%)が出現する。膜厚によつて拡大縮小するこの準安定固溶領域701内の組成の合金薄膜は、エ  
25 レクトロマイグレーションによって容易に $\text{In}_7\text{O}_3$ と $\text{In}_2\text{Au}_7\text{O}_2$ とに分離する。例えば、Au14原子%の合金薄膜で記憶コアを製作し、室温の始

点 7 0 4 にある状態を電流印加によって 1 4 0 °C の温度上昇点 7 0 5 にすると、準安定固溶領域 7 0 1 の境界である相分離点 7 0 6 を通過する瞬間に、極めて短時間に  $\text{In}_2\text{Au}_7\text{O}_2$  の偏析を生じさせることができる。この材料は、印加する電流の大きさによって  $\text{In}_2\text{Au}_7\text{O}_2$  を正電極側に偏析させることも、負電極側に偏析させることもできるが、一度偏析させるとその後は元に戻せない。従って、この材料は一度だけ書き込みができる素子材料として有用である。

第 8 図は、本発明の第 2 の実施形態を示す  $\text{Au}-\text{Bi}$  二元状態図である。T.B.Massalski 編、BINARY ALLOY PHASE DIAGRAMS 2nd ed.(ASM、1990)によれば、化合物  $\text{Au}_2\text{Bi}_8\text{O}_2$  は温度 1 1 6 °C 以上でしか安定して存在できない。しかしながら、膜厚 1 0 0 nm の薄膜を急冷すると、1 1 6 °C 以下に拡大した化合物  $\text{Au}_2\text{Bi}_8\text{O}_2$  を含む非平衡領域 8 0 1 が出現する。この非平衡領域 8 0 1 内の温度と組成の合金薄膜は、エレクトロマイグレーションによって極めて高速に  $\text{Au}_8\text{O}_3$  と  $\text{Bi}_8\text{O}_4$  とに分離する。さらに、例えば、電流印加によって室温の始点 8 0 5 ( $\text{Bi} : 33.3$  原子%) から 1 2 0 °C の温度上昇点 8 0 6 へと状態変化させれば、 $\text{Au}_8\text{O}_3$  と  $\text{Bi}_8\text{O}_4$  とに分離した合金薄膜を相転移点 8 0 7 に達した瞬間に、化合物  $\text{Au}_2\text{Bi}_8\text{O}_2$  を生じる。 $\text{Au}_2\text{Bi}$  の組成の合金薄膜は、書き込み時に一旦 1 1 6 °C 以上の温度にして化合物化して均一にして、その後 1 1 6 °C 以下の相転移点 8 0 7 を通過する間にエレクトロマイグレーションによって  $\text{Bi}_8\text{O}_4$  を所望の電極側に偏析させることができる。従って、この材料は所定の方法で動作させることで、何度でも書き込みができる素子材料として有用である。

第 9 図は、本発明の第 3 の実施形態を示す  $\text{Au}-\text{Pt}$  二元状態図である。T.B.Massalski 編、BINARY ALLOY PHASE DIAGRAMS 2nd ed.(ASM、1990)によれば、低温側に  $\text{Au}$  と  $\text{Pt}$  の相分離混合領域 9 0 1、高温側に

AuとPtの固溶領域902があり、それらの境界にスピノーダル線903を有するスピノーダル分解する系である。第9図の状態図のスピノーダル線903を低温側に外挿した点線より下方であって、室温でPt:9原子%の始点904に位置する状態の記憶コアを、180℃の温度上昇点905の状態へと電流印加によって状態変化させると、相転移点906を通過する際に高速のエレクトロマイグレーションが起こり、室温に戻した時、記憶コアの所望の側の電極にPtを偏析させることができる。この材料も何度でも書き込みができる素子材料として有用である。

第10図は、本発明の第4の実施形態を示すFe-C二元状態図である。

- 10 T.B.Massalski 編、BINARY ALLOY PHASE DIAGRAMS 2nd ed.(ASM、1990)によれば、Cが約9原子%以下で740℃以上に $\gamma$ Fe相領域1001、740℃以下に $\alpha$ Fe1002とFe<sub>3</sub>C1003の相分離混合領域1004があり、それらの境界でマルテンサイト変態が起こる。また、 $\gamma$ Fe相は急冷によって室温でも存在することが知られている。第10図
- 15 の状態図の低温側に示す、室温でC3原子%の始点1005に位置する状態の記憶コアを、180℃の温度上昇点1006の状態へと電流印加によって変化させると、エレクトロマイグレーションによって生じる歪の衝撃も加わり、マルテンサイト変態が起きる。その際に高速のエレクトロマイグレーションが起こり、記憶コアの所望の側の電極にFe<sub>3</sub>Cを偏析させる
- 20 ことができる。この材料は一度書込むと、740℃以上にしない限り元に戻らない。従って、長期信頼性を要求される1度だけ書き込みができる素子材料として有用である。

以上の具体的材料の例以外にも、本発明の原理に適合する合金材料は無数に存在し、製作したい電子素子の性質に応じた材料を選択することができる。

本発明の具体的実施形態を示す電子素子（記憶装置）の単位セルの構造

を第11図に示す。この電子素子は第3図に示した二端子素子にAu<sub>2</sub>Bi合金を応用する例であり、以下のように製作することができる。

まず、第11図に示すように、ポリカーボネート製の絶縁性基板1101上に、スパッタ法とフォトリソグラフィ工程によって、PドーブアモルファスSi製のセンス電極を兼ねた電極A1102を形成する。

続いて、スパッタ法とフォトリソグラフィ工程によって、Au-Bi合金（Au：66.7原子%、Bi：33.3原子%）の記憶コア1103を形成し、さらに、スピコート法によって、ポリメチルメタクリレート膜からなる保護絶縁膜1104を成長し、フォトリソグラフィ工程によって、電極A1102と接続するビット線1106のための穴を開け、スパッタ法とエッチング工程によって、Cu製のビット線1106を形成する。

次に、再び、スピコート法によって、保護絶縁膜1104を成長し、フォトリソグラフィ工程によって、電極B1105のための穴を開け、スパッタ法とエッチング工程によって、Cu製の電極Bとワード線1107を一体形成する。最後に、スピコート法によって、保護絶縁膜1104で全面を覆う。

このようにして作製した電子素子を複数縦横に配置し、通常の半導体記憶装置と同様の方法に従ってデコーダ回路、センスアンプ回路等を配置すれば本発明の電子素子を使用した記憶装置を実現することができる。

上記の電子素子は所定の電流を印加することで、記憶コア1103自身のジュール熱によって一旦116℃以上に温度上昇し、その後Biを所望の電極側に偏析させることを繰り返し行うことが出来る。記憶コア1103が自身のジュール熱によって所望の温度に到達するようにするには、熱拡散を考慮した周辺材料の選択と設計が必要である。

25

産業状の利用可能性

本発明によれば、エレクトロマイグレーションによって合金組成に偏りを起こすことを原理とする電子素子であって、所望の特性の電子素子が得られる。

## 請求の範囲

1. 少なくとも電子伝導体である合金製の記憶コアとその両端に電極を有する電子素子であって、  
書込み前又は記録保存時には過飽和固溶体であり、温度上昇時に相分離が  
5 起きる合金で該記憶コアを構成することを特徴とする電子素子。
2. 少なくとも電子伝導体である合金製の記憶コアとその両端に電極を有する電子素子であって、  
書込み前又は記録保存時には相分離混合物であり、温度上昇時に固溶体化  
が起きる合金で該記憶コアを構成することを特徴とする電子素子。
- 10 3. 少なくとも電子伝導体である合金製の記憶コアとその両端に電極を有する電子素子であって、  
書込み前又は記録保存時には化合物であり、温度上昇時に相分離が起きる  
成分を含む合金で該記憶コアを構成することを特徴とする電子素子。
4. 少なくとも電子伝導体である合金製の記憶コアとその両端に電極を  
15 有する電子素子であって、  
書込み前又は記録保存時には相分離混合物であり、温度上昇時に化合物生  
成が起きる合金で該記憶コアを構成することを特徴とする電子素子。
5. 少なくとも電子伝導体である合金製の記憶コアとその両端に電極を  
有する電子素子であって、  
20 書込み前又は記録保存時にはアモルファス物質であり、温度上昇時に結晶  
化が起きる合金で該記憶コアを構成することを特徴とする電子素子。
6. 少なくとも電子伝導体である合金製の記憶コアとその両端に電極を  
有する電子素子であって、  
書込み前又は記録保存時には化合物であり、温度上昇時に前記化合物と同  
25 一組成の前記化合物とは別の結晶相へ相転移が起きる成分を含む合金で該  
記憶コアを構成することを特徴とする電子素子。

7. 少なくとも電子伝導体である合金製の記憶コアとその両端に電極を有する電子素子であって、

書込み前又は記録保存時には過飽和固溶体又は相分離混合物であり、温度上昇時にスピノーダル分解又は逆過程である固溶体化が起き得る合金で該

5 記憶コアを構成することを特徴とする電子素子。

8. 少なくとも電子伝導体である合金製の記憶コアとその両端に電極を有する電子素子であって、

書込み前又は記録保存時には化合物又は相分離混合物であり、温度上昇時にマルテンサイト変態が起き得る合金で該記憶コアを構成することを特徴

10 とする電子素子。

9. 少なくとも電子伝導体である合金製の記憶コアとその両端に電極を有する電子素子であって、

書込み前又は記録保存時には結晶学的安定状態にあり、温度上昇時に固相間の相転移をとともう非平衡状態に成り得る合金で該記憶コアを構成する

15 ことを特徴とする電子素子。

10. 少なくとも電子伝導体である合金製の記憶コアとその両端に電極を有する電子素子であって、

書込み前又は記録保存時には結晶学的準安定状態にあり、温度上昇時に固相間の相転移をとともう非平衡状態に成り得る合金で該記憶コアを構成す

20 ることを特徴とする電子素子。

11. 記憶コアに接続する電極の少なくとも一方が接合抵抗を検出する機能を兼ね備えた半導体製であることを特徴とする請求項1乃至10のいずれか一項に記載の電子素子。

12. 接合抵抗、抵抗、電位又は電気容量を検出するための、記憶コア  
25 に直接接続した第3の電極、又は記憶コアに近接配置され、かつ、絶縁された第3の電極を有することを特徴とする請求項1乃至10のいずれか一

項に記載の電子素子。

13. 記憶コアと該記憶コアに直接接続する電極との界面に、少なくとも0.1原子層以上の化学ポテンシャル調整層を有することを特徴とする請求項1乃至12のいずれか一項に記載の電子素子。

5 14. 電流を印加することで電子素子を構成する合金に組成の偏りを生じさせて電子素子への記録の書き込みが行なわれることを特徴とする請求項1乃至13のいずれか一項に記載の電子素子。

15. 請求項1乃至14のいずれか一項に記載の電子素子を縦横に複数配置し、前記記憶コアの両端の一方に接続する電極をワード線とし、前記  
10 記憶コアの残りの電極のうち前記記憶コアに直接設けられる電極を少なくともビット線とし、ワード線及びビット線を選択することにより縦横に複数配置した電子素子のうち特定の電子素子にアクセスして電子素子の書き込み、読み出し動作を行うことを特徴とする集積電子素子。

16. 少なくとも電子伝導体である合金製の記憶コアとその両端に電極  
15 を有する電子素子の動作方法であって、  
該記憶コアを書込み前又は記録保存時には過飽和固溶体である合金で構成し、書き込み時に該過飽和固溶体を相分離させるように温度変化させることを特徴とする動作方法。

17. 少なくとも電子伝導体である合金製の記憶コアとその両端に電極  
20 を有する電子素子の動作方法であって、  
該記憶コアを書込み前又は記録保存時には相分離混合物である合金で構成し、書き込み時に該相分離混合物を固溶体化させるように温度変化させることを特徴とする動作方法。

18. 少なくとも電子伝導体である合金製の記憶コアとその両端に電極  
25 を有する電子素子の動作方法であって、  
該記憶コアを書込み前又は記録保存時には化合物である成分を含む合金で



構成し、書き込み時に該化合物を相分離させるように温度変化させることを特徴とする動作方法。

19. 少なくとも電子伝導体である合金製の記憶コアとその両端に電極を有する電子素子の動作方法であって、

- 5 該記憶コアを書込み前又は記録保存時には相分離混合物である合金で構成し、書き込み時に該相分離混合物を化合物化させるように温度変化させることを特徴とする動作方法。

20. 少なくとも電子伝導体である合金製の記憶コアとその両端に電極を有する電子素子の動作方法であって、

- 10 該記憶コアを書込み前又は記録保存時にはアモルファス物質である合金で構成し、書き込み時に該アモルファス物質を結晶化させるように温度変化させることを特徴とする動作方法。

21. 少なくとも電子伝導体である合金製の記憶コアとその両端に電極を有する電子素子の動作方法であって、

- 15 該記憶コアを書込み前又は記録保存時には化合物である成分を含む合金で構成し、書き込み時に該化合物を同一組成の別結晶相へ相転移させるように温度変化させることを特徴とする動作方法。

22. 少なくとも電子伝導体である合金製の記憶コアとその両端に電極を有する電子素子の動作方法であって、

- 20 該記憶コアを書込み前又は記録保存時には過飽和固溶体又は相分離混合物である合金で構成し、書き込み時に該過飽和固溶体又は該相分離混合物をスピノーダル分解又は逆過程である固溶体化させるように温度変化させることを特徴とする動作方法。

23. 少なくとも電子伝導体である合金製の記憶コアとその両端に電極

- 25 を有する電子素子の動作方法であって、該記憶コアを書込み前又は記録保存時には化合物又は相分離混合物である合金で構成し、書き込み時に該化

合物又は該相分離混合物をマルテンサイト変態させるように温度変化させることを特徴とする動作方法。

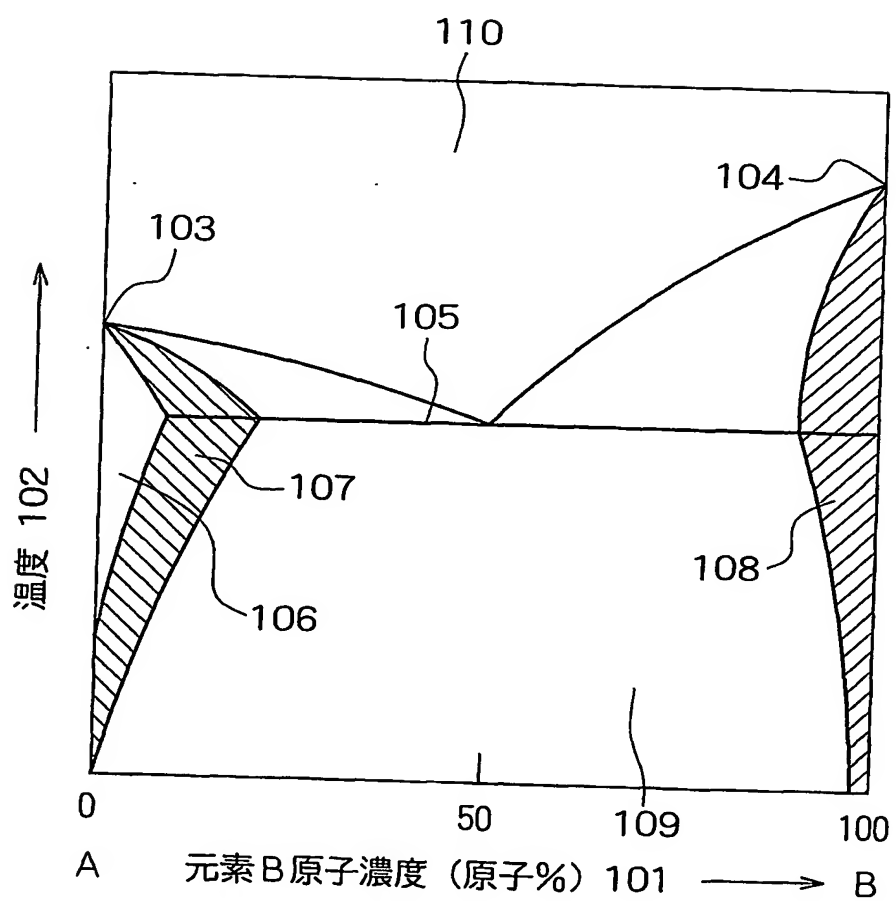
24. 少なくとも電子伝導体である合金製の記憶コアとその両端に電極を有する電子素子の動作方法であって、該記憶コアを書込み前又は記録保存時には結晶学的安定状態である合金で構成し、書き込み時に該合金を固相間の相転移をともなう非平衡状態に至らせるように温度変化させることを特徴とする動作方法。

25. 少なくとも電子伝導体である合金製の記憶コアとその両端に電極を有する電子素子の動作方法であって、該記憶コアを書込み前又は記録保存時には結晶学的準安定状態である合金で構成し、書き込み時に該合金を固相間の相転移をともなう非平衡状態に至らせるように温度変化させることを特徴とする動作方法。

26. 前記電子素子においては、それに電流を印加することで電子素子を構成する合金に組成の偏りを生じさせて電子素子への記録の書き込みが行なわれることを特徴とする請求項16乃至25のいずれか一項に記載の動作方法。

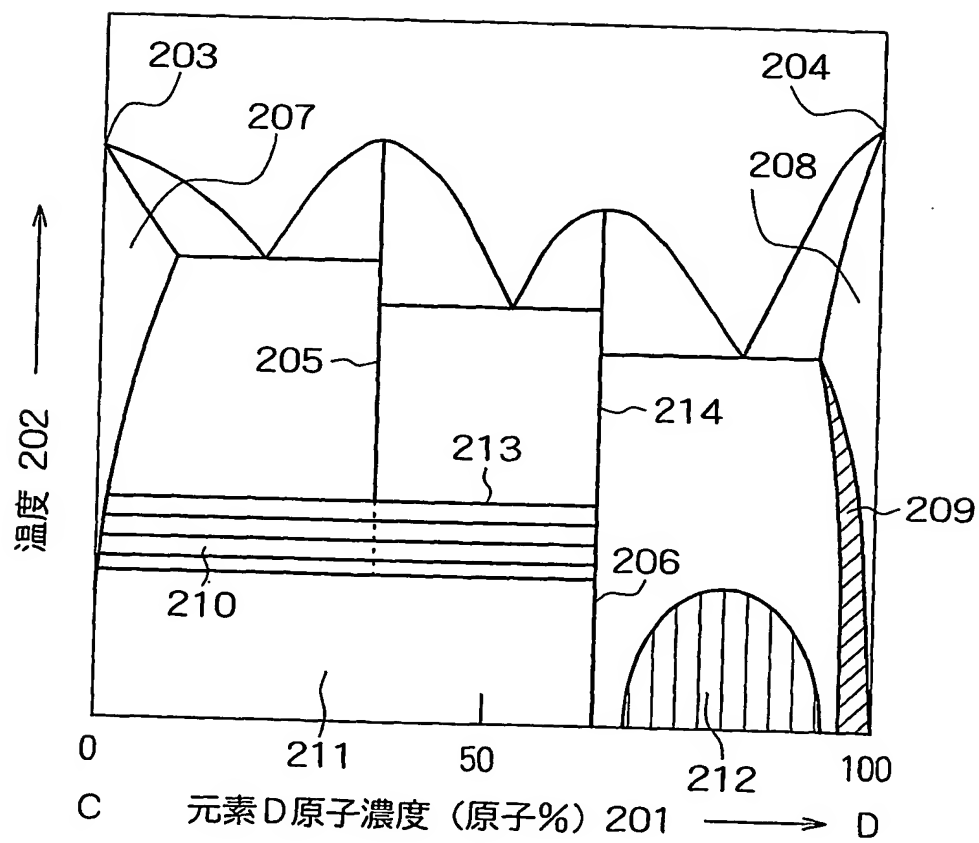
1 / 11

## 第1図



2/11

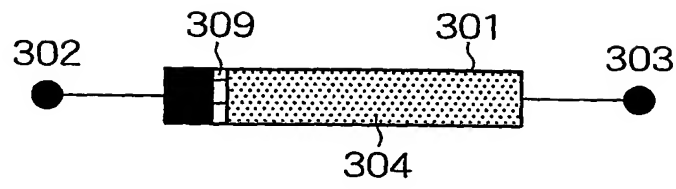
## 第2図



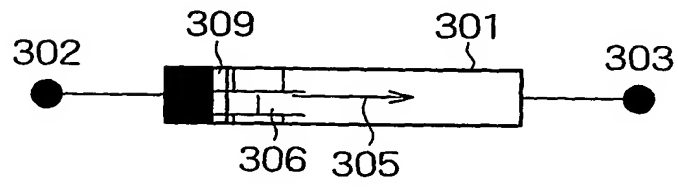
3/11

# 第3図

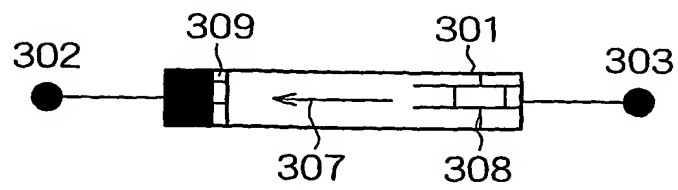
(a)



(b)

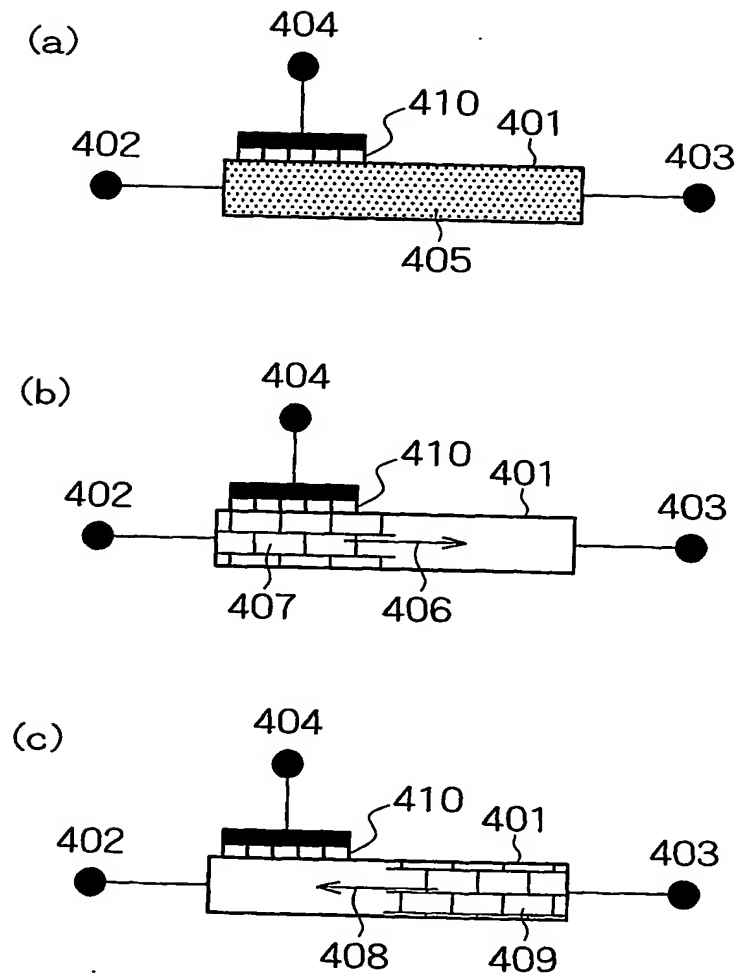


(c)



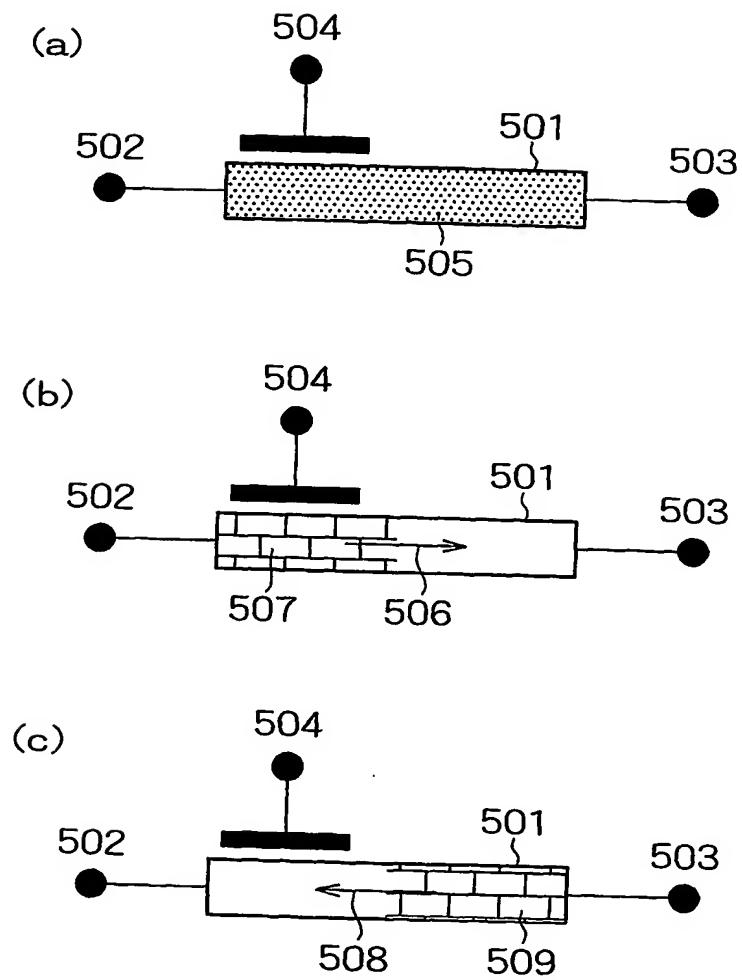
4/11

# 第4図



5/11

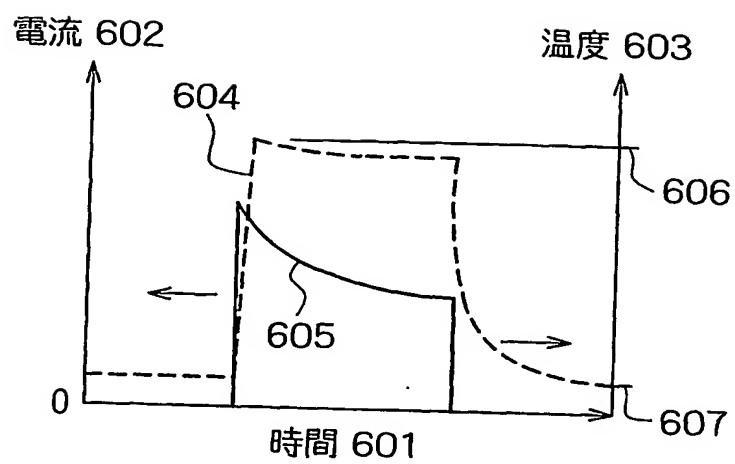
# 第5図



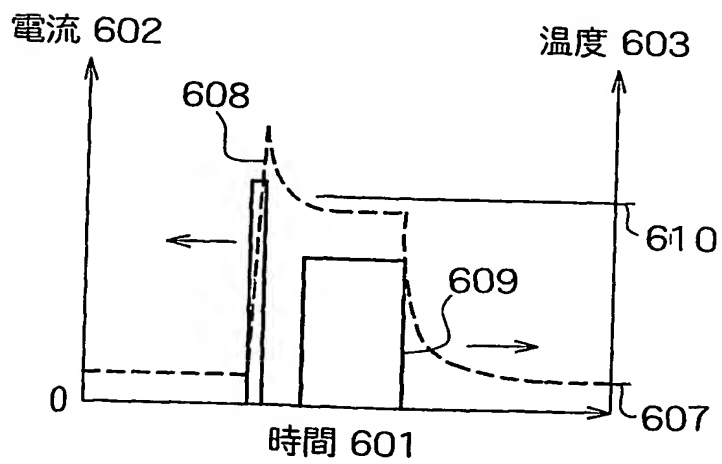
6/11

## 第6図

(a)



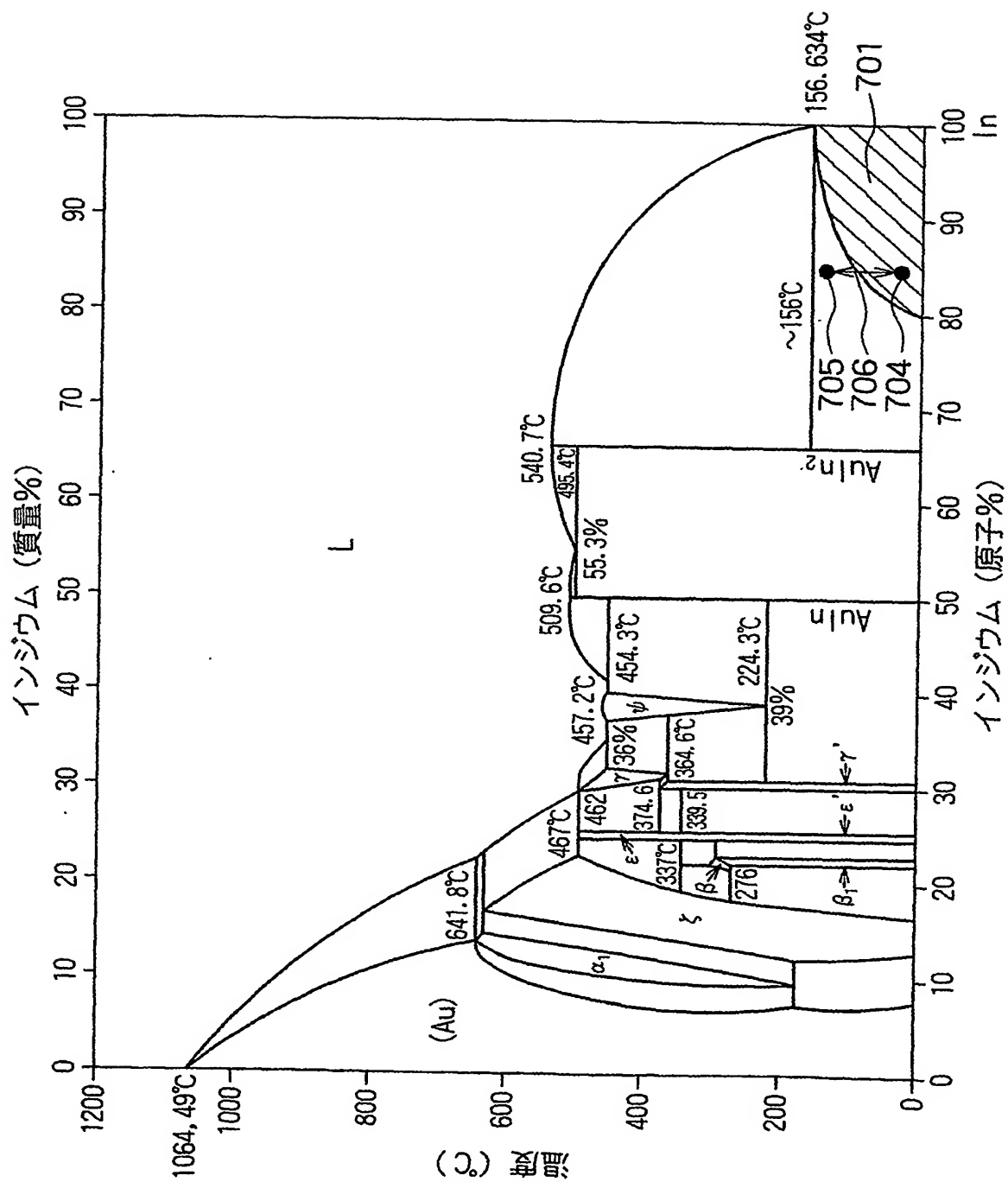
(b)





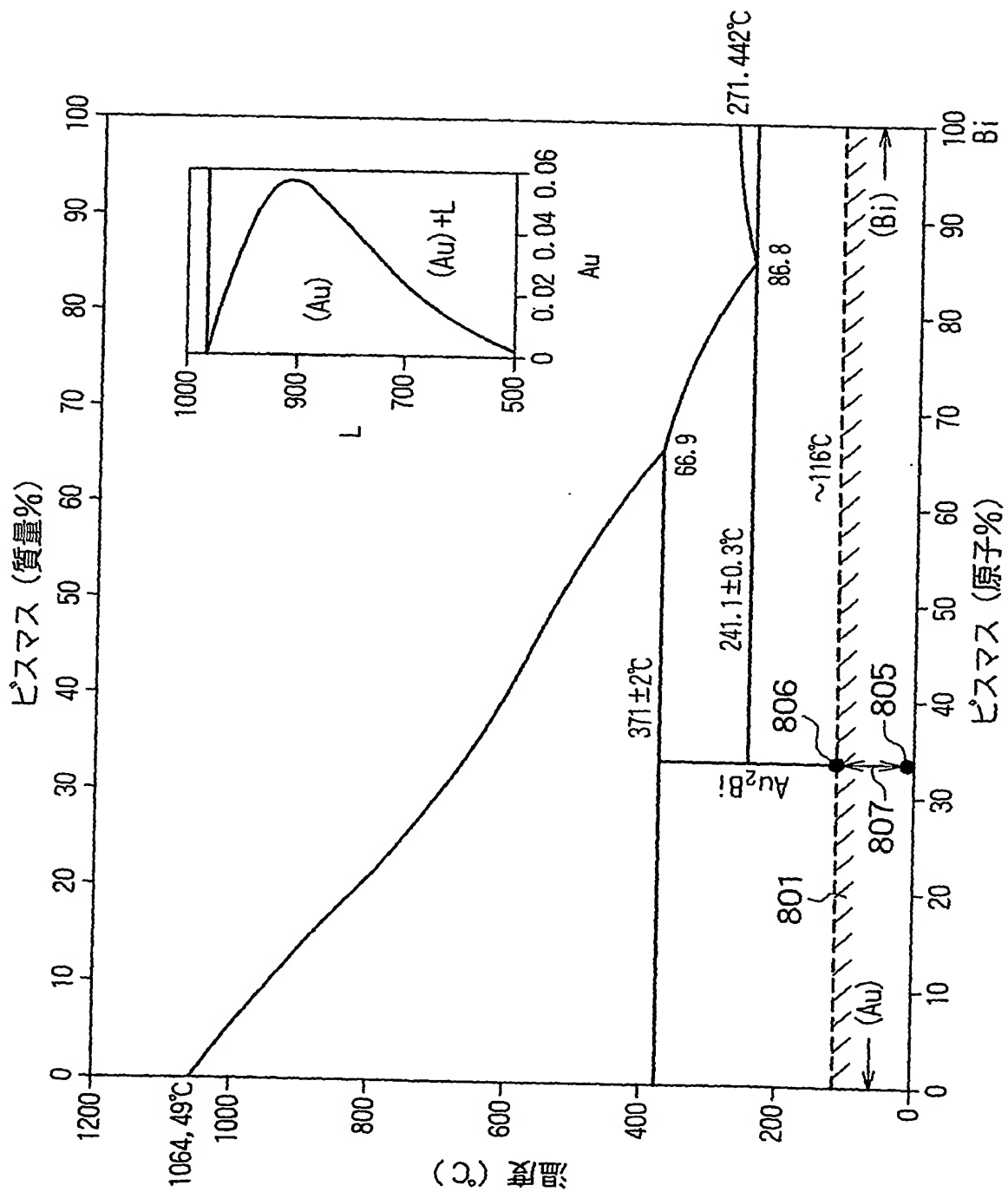
7/11

第7図

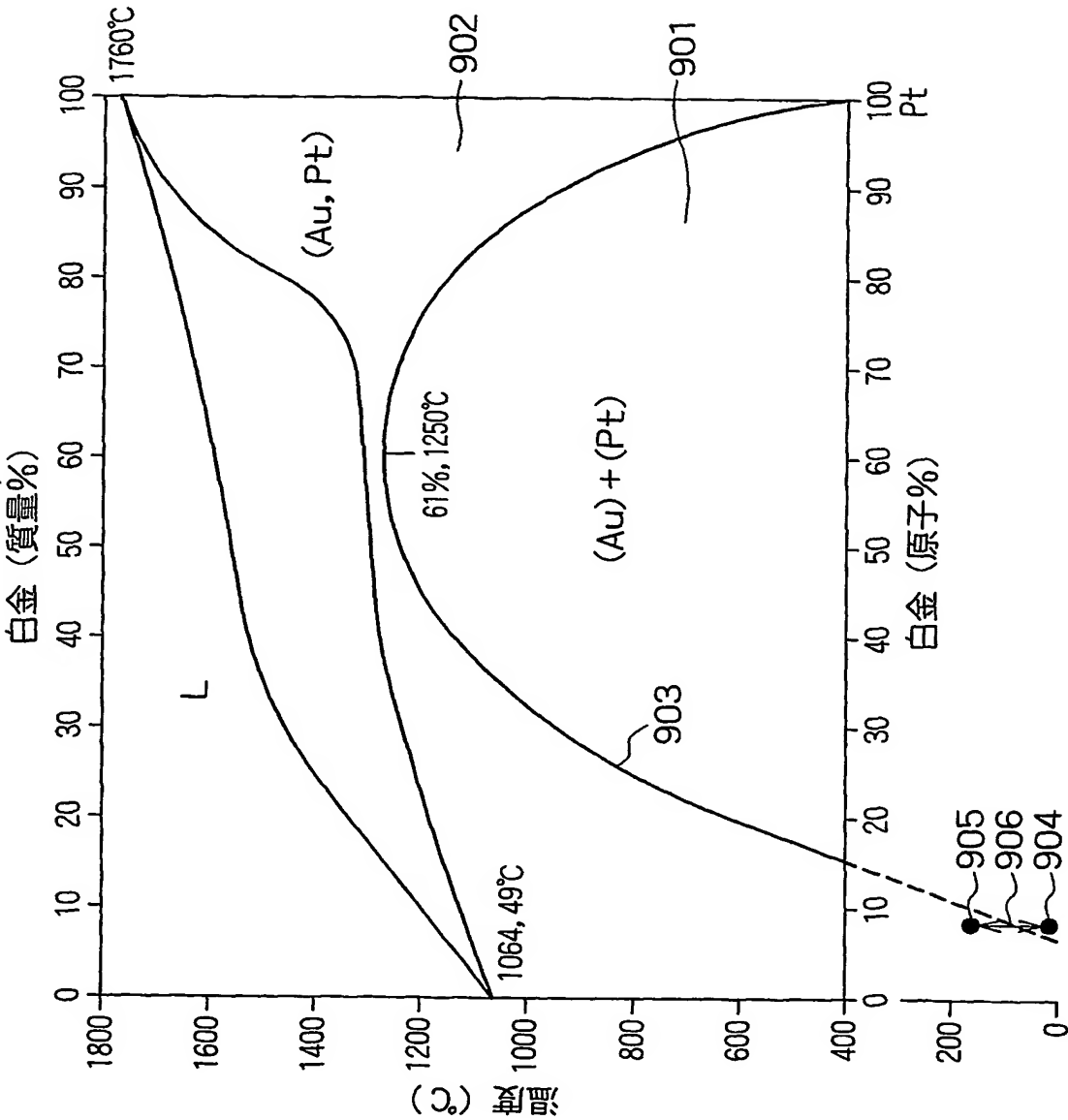


8/11

第8図

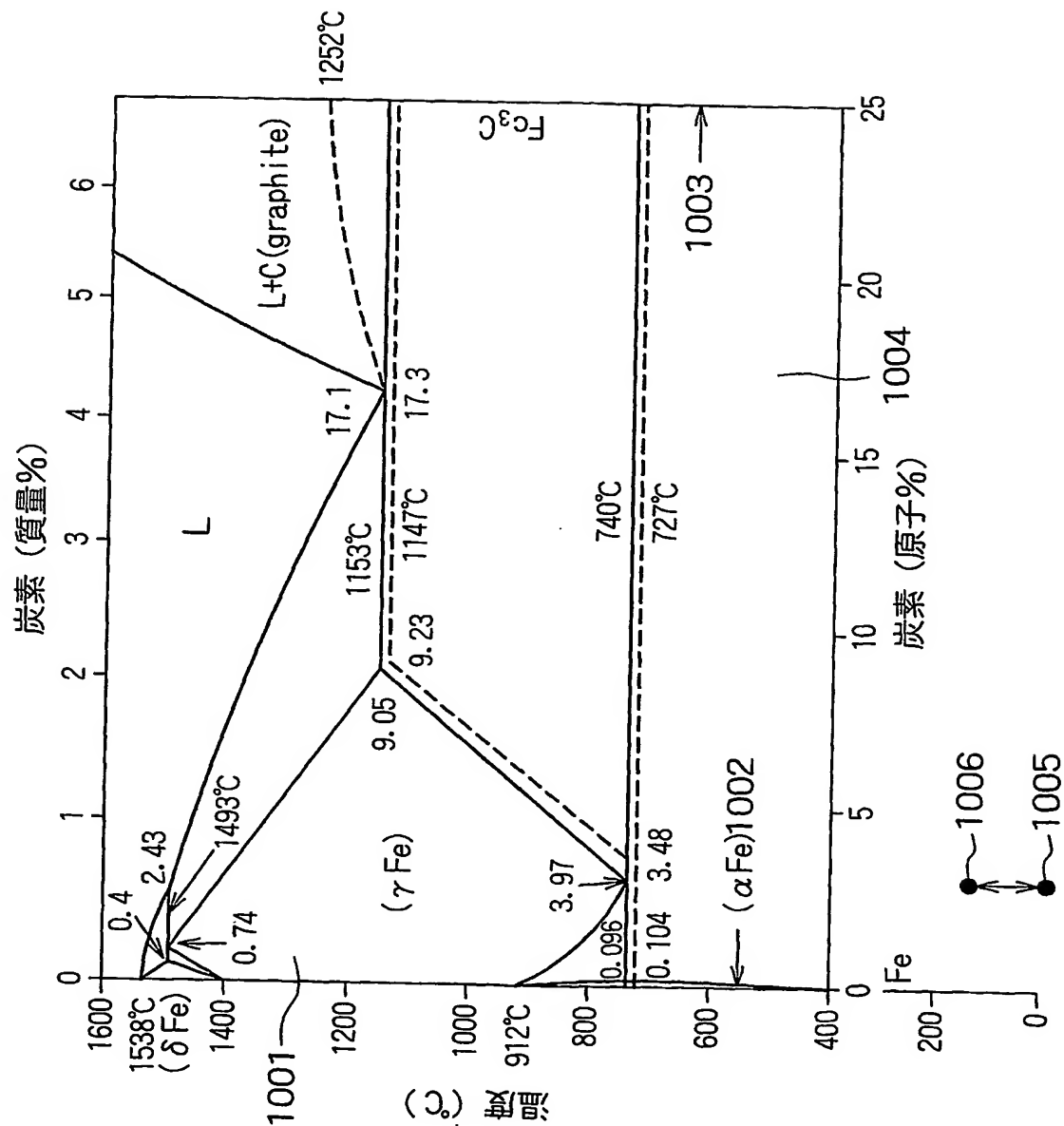


第9図



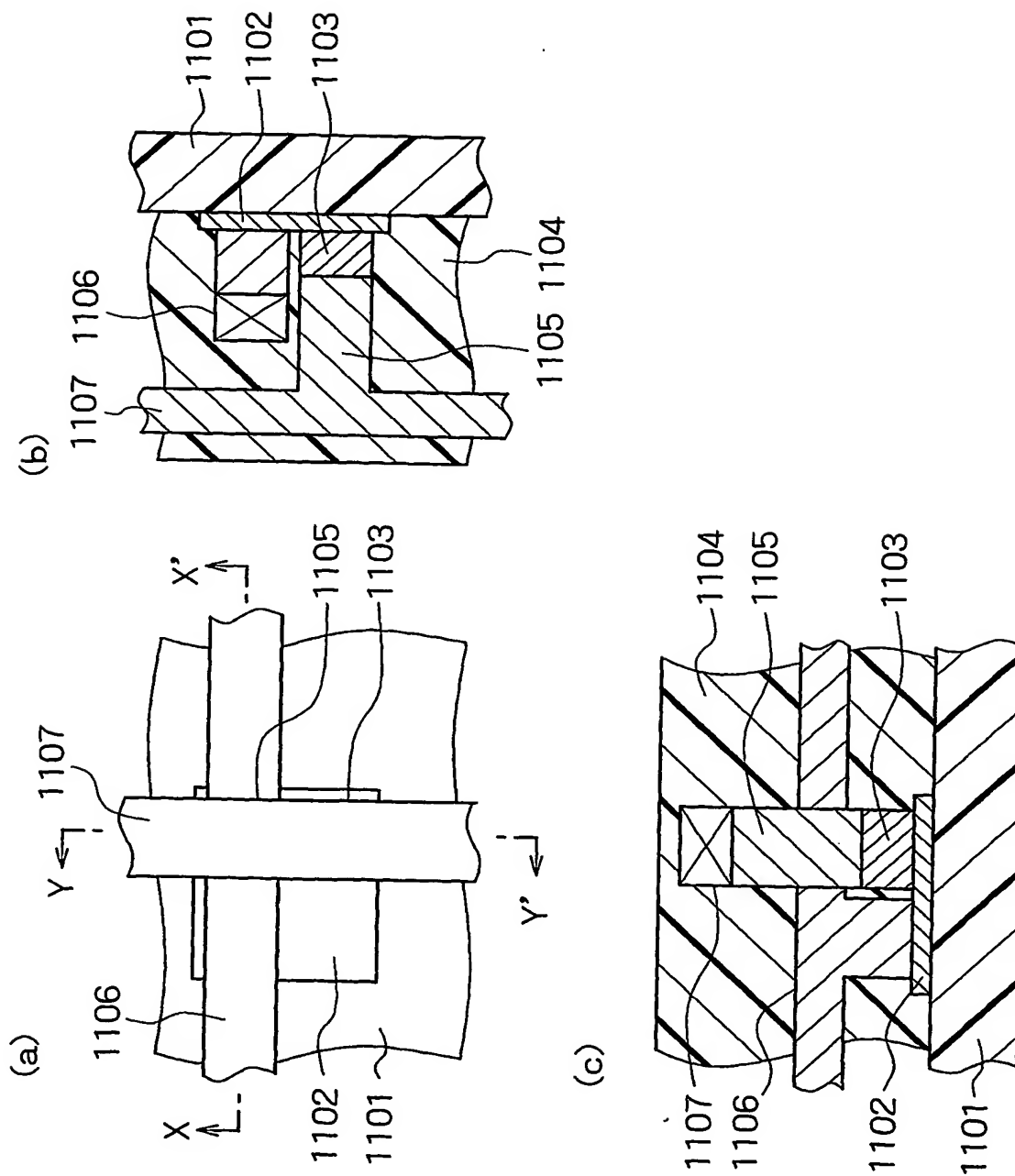
10/11

# 第10図



11/11

第11図



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/000569

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
Int.Cl<sup>7</sup> H01L27/10

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
Int.Cl<sup>7</sup> H01L27/10Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched  
Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2004  
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2004 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2004Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)  
INSPEC, JOIS

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 11-510317 A (Energy Conversion Devices, Inc.), 07 September, 1999 (07.09.99), Full text & WO 97/5665 A1	1, 11-16, 26
A	JP 2002-246561 A (Dainippon Printing Co., Ltd.), 30 August, 2002 (30.08.02), Full text (Family: none)	1, 11-16, 26
A	JP 2001-267513 A (NEC Corp.), 28 September, 2001 (28.09.01), Full text & US 2001/26468 A1	1, 11-16, 26

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

## \* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&amp;" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
19 April, 2004 (19.04.04)Date of mailing of the international search report  
11 May, 2004 (11.05.04)Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/000569

## Box No. II

Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:

because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

2. ☐ Claims Nos.:

because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:

3. ☐ Claims Nos.:

because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

## Box No. III

Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

(See extra sheet.)

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.

2. ☐ As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fee, this Authority did not invite payment of any additional fee.

3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:

4. ☒ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.: 1, 11-16, 26

## Remark on Protest

☐

The additional search fees were accompanied by the applicant's protest.

☐

No protest accompanied the payment of additional search fees.

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/000569

Continuation of Box No. III of continuation of first sheet(1)

There must exist a special technical feature so linking a group of inventions of claims as to form a single general inventive concept in order that the group of inventions may satisfy the requirement of unity of invention. The group of inventions of claims 1-26 are linked only by the technical feature "an electronic element comprising an alloy memory core of an electron conductor and electrodes provided to both ends of the core".

However, this technical feature cannot be a special technical feature since it is disclosed in prior art documents such as JP 2002-246561 A (Dainippon Printing Co., Ltd.), 30 August, 2002 (30.08.02).

Therefore, there is no special technical feature so linking the group of inventions of claims 1-26 as to form a single general inventive concept. Consequently, it appears that the group of inventions of claims 1-26 do not satisfy the requirement of unity of invention.

Considering the specific modes of inventions defined in the independent claims, this international application contains ten inventions: the invention of claims 1, 11-16, 26; the inventions of claims 2, 17; the inventions of claims 3, 18; the inventions of claims 4, 19; the inventions of claims 5, 20; the inventions of claims 6, 21; the inventions of claims 7, 22; the inventions of claims 8, 23; the inventions of claims 9, 24; and the inventions of claims 10, 25.



## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>1</sup> H01L27/10

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>1</sup> H01L27/10

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年  
 日本国公開実用新案公報 1971-2004年  
 日本国実用新案登録公報 1996-2004年  
 日本国登録実用新案公報 1994-2004年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

INSPEC, JOIS

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	JP 11-510317 A (エネルギー コンバージョン デ バイセス インコーポレイテッド) 1999. 09. 07, 全文 &WO 97/5665 A1	1, 11-16, 26
A	JP 2002-246561 A (大日本印刷株式会社) 2002. 08. 30, 全文 (ファミリーなし)	1, 11-16, 26
A	JP 2001-267513 A (日本電気株式会社) 2001. 09. 28, 全文 &US 2001/26468 A1	1, 11-16, 26

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの  
 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの  
 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)  
 「O」 口頭による開示、使用、展示等に関する文献  
 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献  
 「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの  
 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの  
 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの  
 「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

19. 04. 2004

国際調査報告の発送日

11. 5. 2004

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

井原 純

4M

9354

電話番号 03-3581-1101 内線 3462

## 第Ⅱ欄 請求の範囲の一部の調査ができないときの意見 (第1ページの2の続き)

法第8条第3項(PCT17条(2)(a))の規定により、この国際調査報告は次の理由により請求の範囲の一部について作成しなかった。

1. ☐ 請求の範囲 \_\_\_\_\_ は、この国際調査機関が調査をすることを要しない対象に係るものである。  
つまり、
2. ☐ 請求の範囲 \_\_\_\_\_ は、有意義な国際調査をすることができる程度まで所定の要件を満たしていない国際出願の部分に係るものである。つまり、
3. ☐ 請求の範囲 \_\_\_\_\_ は、従属請求の範囲であってPCT規則6.4(a)の第2文及び第3文の規定に従って記載されていない。

## 第Ⅲ欄 発明の単一性が欠如しているときの意見 (第1ページの3の続き)

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるところの国際調査機関は認めた。

特別ページを参照。

1. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求の範囲について作成した。
2. ☐ 追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求の範囲について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。
3. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったので、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求の範囲のみについて作成した。
4. ☒ 出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったので、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求の範囲について作成した。

請求の範囲第1, 11~16, 26項

追加調査手数料の異議の申立てに関する注意

- ☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあった。  
☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがなかった。

請求の範囲に記載されている一群の発明が単一性の要件を満たすには、その一群の発明を単一の一般的発明概念を形成するように連関させるための、特別な技術的特徴の存在が必要であるところ、請求の範囲1～26に記載されている一群の発明は、「少なくとも電子伝導体である合金製の記憶コアとその両端に電極を有する電子素子」であるという事項でのみ連関していると認める。

しかしながら、この事項は、先行技術文献、例えば、JP 2002-246561 A (大日本印刷株式会社) 2002.08.30等に記載されているため、特別な技術的特徴とはなり得ない。

そうすると、請求の範囲1～26に記載されている一群の発明の間には、単一の一般的発明概念を形成するように連関させるための、特別な技術的特徴は存在しないこととなる。そのため、請求の範囲1～26に記載されている一群の発明が発明の単一性の要件を満たしていないことは明らかである。

そして、独立請求の範囲に記載されている発明の特定の態様からすると、この国際出願の請求の範囲には、「1, 11～16, 26」と「2, 17」と「3, 18」と「4, 19」と「5, 20」と「6, 21」と「7, 22」と「8, 23」と「9, 24」と「10, 25」とに区分される10個の発明が記載されていると認める。